

by  
3-15-01  
#2

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Taku ICHIRYU

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: FASTENING ARRANGEMENT FOR A SPLIT CASING

REQUEST FOR PRIORITY



ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number, filed, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

APPLICATION NUMBER

MONTH/DAY/YEAR

JAPAN

11-288549

October 8, 1999

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number .  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and  
(B) Application Serial No.(s)
  - ☐ are submitted herewith
  - ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
C. Irvin McClelland

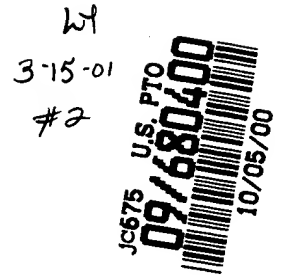
Registration No. 21,124



22850

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年10月 8日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第288549号

出 願 人

Applicant(s):

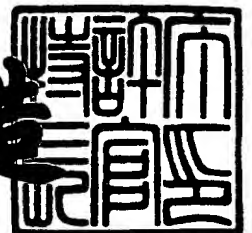
三菱重工業株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2000年 9月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 993349

【提出日】 平成11年10月 8日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 F01D 25/24

【発明の名称】 フランジレスケーシングの締結構造

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜 2 丁目 1 番 1 号 三菱重工業株式会社 高砂製作所内

【氏名】 一柳 卓

【特許出願人】

【識別番号】 000006208

【氏名又は名称】 三菱重工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100102819

【弁理士】

【氏名又は名称】 島田 哲郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【選任した代理人】

【識別番号】 100081330

【弁理士】

【氏名又は名称】 樋口 外治

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9904337

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 フランジレスケーシングの締結構造

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のケーシング分割片を接合面を合わせて締結した分割型フランジレスケーシングの締結構造であって、

前記接合面を横切ってケーシング分割片内に形成された締結ボルト孔と、

互いに締結されるケーシング分割片のうち少なくとも一方の前記締結ボルト孔内周面に形成された内ねじと、

前記内ねじに係合する外ねじを外周に備え、前記締結ボルト孔に螺合された円筒状のスリーブと、

前記スリーブ内に挿通される締結ボルトと、

前記スリーブの一端に当接するとともに、前記締結ボルトに軸方向引張荷重を付加する締結要素とを備え、

前記スリーブの前記締結要素との当接端に作用する前記締結ボルトの軸方向引張荷重反力を、前記スリーブと前記ボルト孔との螺合ねじ部を介して前記ケーシング分割片に作用させることにより、前記ケーシング分割片を前記接合面で互いに締結する、フランジレスケーシングの締結構造。

【請求項 2】 2つのケーシング分割片を接合面を合わせて互いに締結して構成する、内部に流体圧力が作用する流体機械の水平分割型フランジレスケーシングの締結構造であって、

前記接合面をほぼ垂直に横断して両方の分割片のケーシング壁内に形成された締結ボルト孔と、

前記ケーシング分割片のうち一方の前記締結ボルト孔内周面に形成された内ねじと、

前記内ねじに係合する外ねじを外周に備え、該外ねじにより前記締結ボルト孔に螺合された円筒状のスリーブと、

前記ケーシング分割片のうち他方の前記締結ボルト孔内周面に形成された締結用内ねじと、

一端の外周に前記締結用ねじに係合するねじが形成され、他端に締結部材を有

する締結ボルトと、を備え、

前記締結ボルトの一端を前記一方のケーシング分割片の締結ボルト孔に螺合した前記スリーブに挿通し、前記他方のケーシング分割片の締結ボルト孔に形成された締結用ねじと螺合させ、前記締結部材を前記スリーブの端面と当接させることにより、前記スリーブを挟んで両方のケーシング分割片を締結する、フランジレスケーシングの締結構造。

【請求項 3】 前記締結部材は、前記締結ボルト軸部に形成された前記スリーブの内径より大きな外径を有する大径部である請求項 2 に記載のフランジレスケーシングの締結構造。

【請求項 4】 前記締結ボルトは、前記締結ボルト軸部に螺合するナットである請求項 2 に記載のフランジレスケーシングの締結構造。

【請求項 5】 前記フランジレスケーシングはタービンまたは圧縮機の車室を構成する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のフランジレスケーシングの締結構造。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、フランジレスケーシングの締結構造に関し、タービン、圧縮機、等の流体機械の車室をフランジレスケーシングとして構成する場合に特に有利なフランジレスケーシングの締結構造に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

タービン、圧縮機等の車室としては一般的に軸線を含む平面で 2 つに分割される水平分割型のケーシングが使用される。一般的には、ケーシングの各分割片は接合面に厚肉の板状のフランジが形成されており、このフランジ部を締結ボルトで締結することにより互いに接合される。

【0 0 0 3】

図 7 は従来のフランジを有する水平分割型ケーシングの軸線に直角な平面に沿った断面略示図である。図 7 において、1 0 0 は 2 つの分割片 1 1 0 a、1 2 0

a からなるケーシング、1 1 0 b、1 2 0 b はそれぞれの分割片の接合部に設けられたフランジ。1 1 5 はフランジ 1 1 0 b、1 2 0 b を締結する締結ボルトである。例えば、締結ボルト 1 1 5 は、ボルトヘッド 1 1 5 d を有し、先端付近に締結用ねじ 1 1 5 a が形成された形状とされ、ケーシング 1 2 0 a のフランジ部 1 2 0 b にはこの締結用ねじに螺合するねじ孔 1 2 0 c が設けられている。また、フランジ部 1 2 0 a と当接するケーシング 1 1 0 a のフランジ部 1 1 0 b には、ねじ孔 1 2 0 c と同芯のボルト孔 1 1 0 c が貫通している。ボルト 1 1 5 はケーシング分割片 1 1 0 a 側からボルト孔 1 1 0 c に挿通され、ボルト 1 1 5 のボルトヘッド 1 1 5 d がフランジ 1 1 0 b の上面に当接するまでねじ孔 1 2 0 c にねじ込まれる。これにより、フランジ 1 1 0 b と 1 2 0 b とはボルト 1 1 5 のねじ部 1 1 5 a とボルトヘッド 1 1 5 d との間に挟まれて互いに押圧される。

#### 【0 0 0 4】

すなわち、ねじ込みにより生じるボルト 1 1 5 の軸方向引張荷重の反力が、ねじ孔 1 2 0 c と、ボルトヘッド 1 1 5 d と当接するフランジ 1 1 0 b 上面とを介してフランジ 1 1 0 b と 1 2 0 b とに作用し、両方のフランジを互いに堅固に押しつけるようになる。

ところが、図 7 のようなフランジ 1 1 0 b、1 2 0 b を有するケーシングをタービンや圧縮機等の車室として用いた場合には問題が生じる場合がある。

#### 【0 0 0 5】

すなわち、タービン、圧縮機等の車室は内部に回転するロータを収納するため、ケーシング断面（特に内周面）はできるだけ真円形状を保持する必要がある。

ところが、タービン、圧縮機等では内部を流通する流体の温度が高温になりケーシング壁各部分もそれに応じて高温になる。このため、ケーシング各部分の温度に差が生じると各部分での熱膨張の差により大きな熱応力を生じ、ケーシング断面が真円形状を維持できなくなる場合がある。特に、タービン、圧縮機等では負荷状態の変化により内部を流れる流体の温度が大きく変化する場合があるが、図 7 のようなフランジがあると、この部分のケーシング壁肉厚が他の部分より大きいいため、流体温度の変化に対するケーシング壁温度の変化が他の部分より遅れるようになる。このため、流体温度が大きく変化する過渡状態などではケーシ

グ壁のフランジ部分と他の部分との間に大きな温度差が生じてしまい、ケーシング断面形状に比較的大きな歪みを生じる問題がある。

【0006】

前述のように、タービン、圧縮等のケーシング（車室）は内部に回転するロータを収納しているため、上記のような歪みを生じるとロータ外周（すなわちタービン動翼先端等）とケーシングとの接触が生じる可能性がある。また、ケーシングの熱歪みを考慮して、予めタービン動翼先端等とケーシングとの間のクリアランスを大きく設定しておけば、一応上記のような接触を防止することは可能であるが、クリアランスを大きく設定するとタービン、圧縮機自体の効率が低下してしまう問題がある。

【0007】

一方、ケーシングに図7のようなフランジを設けずにケーシング分割片を接合する、いわゆるフランジレスケーシングが知られている。図8は、一般的なフランジレスケーシング200の締結構造を示す、図7と同様な断面図である。

図8に示すように、フランジレスケーシング200では、各ケーシング分割片210a、220aは締結部にフランジを備えていない半円形状とされており、締結ボルト215は、分割片210a、220aのケーシング壁自体に接線方向に穿設されたボルト孔210c、220cに取り付けられる。

【0008】

この場合、締結時にボルトヘッド215dと当接して分割片210aに締付け力を付加するために、ボルト孔210c上部には座ぐり面210dが形成される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

このようなフランジレスケーシングでは、フランジを有するケーシングに較べて、フランジによる肉厚部が形成されないためケーシング周方向での肉厚の不均一は比較的小さくなる。しかし、ケーシング内圧や流体温度が高い場合にはフランジレスケーシングにおいても上述したと同様な問題が生じる場合がある。

【0010】



すなわち、フランジレスケーシングでは座ぐり 2 1 0 d を設けた結果、座ぐり 2 1 0 d より上の部分ではボルト孔 2 1 0 c の孔径を座ぐり径と同一にしなければならなくなり、この部分ではケーシング壁が削れられてしまい欠肉部が生じる。このため、座ぐり部分ではケーシング壁肉厚が最も薄くなって（図 8、T 1）しまう問題がある。

## 【 0 0 1 1 】

図 9 は、図 8 のケーシング 2 1 0 a 壁面の座ぐり面 2 1 0 d 付近の、水平方向断面（図 8 の A - A 線に沿った断面）を示す図である。図 9 に示すように、座ぐり 2 1 0 d 部分では円筒状にケーシング壁の肉が削られており、図 9 にハッチングを施した形状の壁部分が残っており、この壁部分の肉厚を平均すると、図 9 に T 2 で示した厚さとなる。すなわち、座ぐり部分におけるケーシングの有効壁厚は T 2 となり、座ぐりが設けられていない部分よりかなり薄くなってしまう。このため、フランジレスケーシングでは、フランジを設けた場合とは逆に局所的にケーシング壁の薄肉部が生じることになり、内圧が高い場合や温度が高い場合にはこの薄肉部分の変形や歪みによりケーシングの真円度が維持できなくなる場合が生じるのである。

## 【 0 0 1 2 】

上記問題を防止するためには、図 8 に d で示したケーシングの座ぐり直径をできるだけ小さくして、座ぐり部分のケーシング壁有効厚さ T 2 を他の部分に近づける必要がある。ところが、実際には座ぐりの直径はある程度以下には低減することは困難である。すなわち、タービン等の運転中には流体圧力により、または熱膨張による応力等により、ケーシングの各分割片を相互に離反させる力が作用する。締結ボルトにはこれらの力に抗してケーシング相互を密着させる大きな軸力を生じさせる必要がある。

## 【 0 0 1 3 】

また、一般に締結ボルト等は強度の高い高張力材料を用いて製作されるのに対して、ケーシング自体は加工性（切削性や、必要な場合には溶接性）や製造上の問題、低サイクル疲労強度等から高強度材料を使用することができない。このため、締結ボルトのボルトヘッド 2 1 5 d とケーシング座ぐり部 2 1 0 d との間の

最大接触面圧はケーシングの材質により制限を受けてしまう。従って、必要とされる締結ボルトの軸力（締付け力）を得るためには、締結ボルトのボルトヘッドとの当たり面の面積をある程度大きくしてボルトヘッドとケーシングとの接触面圧がケーシング材質の許容値以下になるようにする必要がある。このため、ケーシングのボルトヘッドとの当たり面の座ぐり径はある程度以上にする必要があるが、座ぐり径を縮小してケーシング壁の有効厚を増大させることは實際上困難である。

## 【 0 0 1 4 】

また、一般に、ケーシングを締結する締結ボルトはできるだけ小さな間隔で配置して、ケーシングに大きく、しかも均一な締付け力が作用するようにすることが好ましい。しかし、上記のようにケーシングの材質によって締結ボルト孔の最小座ぐり径が制限されてしまう結果、締結ボルトの間隔は座ぐり径に応じて大きくなってしまい、ケーシングに十分に大きく均一な締付け力を付加できない場合が生じる。

## 【 0 0 1 5 】

本発明は、フランジレスケーシングにおける上記問題を解決し、締結ボルト孔近傍のケーシング壁有効厚を大きく維持し、しかもボルト配置間隔を低減可能なフランジレスケーシングの締結構造を提供することを目的としている。

## 【 0 0 1 6 】

## 【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明によれば、複数のケーシング分割片を接合面を合わせて締結した分割型フランジレスケーシングの締結構造であって、前記接合面を横切ってケーシング分割片内に形成された締結ボルト孔と、互いに締結されるケーシング分割片のうち少なくとも一方の前記締結ボルト孔内周面に形成された内ねじと、前記内ねじに係合する外ねじを外周に備え、前記締結ボルト孔に螺合された円筒状のスリーブと、前記スリーブ内に挿通される締結ボルトと、前記スリーブの一端に当接するとともに、前記締結ボルトに軸方向引張荷重を付加する締結要素とを備え、前記スリーブの前記締結要素との当接端に作用する前記締結ボルトの軸方向引張荷重反力を、前記スリーブと前記ボルト孔との螺合ねじ部を介して

前記ケーシング壁分割片に作用させることにより、前記ケーシング分割片を前記接合面で互いに締結する、フランジレスケーシングの締結構造が提供される。

【0017】

すなわち、請求項 1 に記載の発明では締結ボルト孔内周面に形成された内ねじに円筒状スリーブが螺合されるとともに、その一端が締結要素に当接する。また、ボルト引張荷重（すなわちケーシングの締付け力）は締結要素とスリーブとの当接端からスリーブとボルト孔内ねじとの螺合部を介してケーシングに伝達される。スリーブとボルト孔のねじとの螺合部では、ねじ山の数を多くすることによりねじ山に加わる剪断応力を小さく設定することができるため、大きなボルト引張荷重が作用してもねじ部の強度には十分な余裕を持たせることができる。また、締結要素とスリーブとの当接面を介してボルト引張荷重をケーシングに伝達するようにしたことにより、スリーブにケーシングより強度の高い材料を使用することが可能となり、スリーブ端部と締結要素との当接部における面圧を高く設定することが可能となり、座ぐりを設けた場合に較べてスリーブ径を極めて小さくすることが可能となる。このため、スリーブを使用することによりケーシング壁の欠肉を低減し、ケーシング壁有効厚さを大きく維持し、かつ締結ボルト配置間隔を小さくすることが可能となる。

【0018】

請求項 2 に記載の発明によれば、2 つのケーシング分割片を接合面を合わせて互いに締結して構成する、内部に流体圧力が作用する流体機械の水平分割型フランジレスケーシングの締結構造であって、前記接合面をほぼ垂直に横断して両方の分割片のケーシング壁内に形成された締結ボルト孔と、前記ケーシング分割片のうち一方の前記締結ボルト孔内周面に形成された内ねじと、前記内ねじに係合する外ねじを外周に備え、該外ねじにより前記締結ボルト孔に螺合された円筒状のスリーブと、前記ケーシング分割片のうち他方の前記締結ボルト孔内周面に形成された締結用内ねじと、一端の外周に前記締結用ねじと係合するねじが形成され、他端に締結部材を有する締結ボルトと、を備え、前記締結ボルトの一端を前記一方のケーシング分割片の締結ボルト孔に螺合した前記スリーブに挿通し、前記他方のケーシング分割片の締結ボルト孔に形成された締結用ねじと螺合させ、

前記締結部材を前記スリーブの端面と当接させることにより、前記スリーブを挟んで両方のケーシング分割片を締結する、フランジレスケーシングの締結構造が提供される。

## 【0019】

すなわち、請求項2に記載の発明では、例えば、タービン、圧縮機、ポンプ等の流体機械の水平分割型フランジレスケーシングの締結ボルト部分のケーシングにスリーブが装着され、締結部材と当接する。これにより、締結部材とスリーブとの当接面の面圧を高く設定できるため、流体機械の水平分割型フランジレスケーシングのケーシング壁有効厚さを大きく維持しながらボルト配置間隔を小さくして均一かつ大きなケーシング締付け力を作用させることが可能となる。

## 【0020】

請求項3に記載の発明によれば、前記締結部材は、前記締結ボルト軸部に形成された前記スリーブの内径より大きな外径を有する大径部である請求項2に記載のフランジレスケーシングの締結構造が提供される。

すなわち、請求項3に記載の発明ではスリーブ端部に当接する締結部材は、ボルトと一体に形成された大径部（例えば、ボルトヘッド、ボルト軸の段付き部）とされる。締結ボルト先端をケーシングの締結用ねじ孔にねじ込むことにより、ボルト大径部はスリーブ端部にボルトの軸方向引張力の反力を伝達し、この反力はスリーブとケーシングとの螺合部を介してケーシングに伝達されケーシング分割片を相互に圧着するケーシング締付け力を発生させる。

## 【0021】

請求項4に記載の発明によれば、前記締結ボルトは、前記締結ボルト軸部に螺合するナットである請求項2に記載のフランジレスケーシングの締結構造が提供される。

すなわち、請求項4に記載の発明では、スリーブ端部に当接する締結部材は、締結ボルト軸部に形成されたねじに螺合するナットとされる。締結ボルトの先端をケーシングの締結用ねじ孔にねじ込んだ状態で、上記ナットを締め込むことによりナットはスリーブ端部に当接し締結ボルトに軸方向引張力を発生する。この引張力の反力はスリーブ端部からスリーブとケーシングとの螺合部を介してケー

シングに伝達されケーシング分割片を相互に圧着するケーシング締付け力を発生させる。

【0 0 2 2】

請求項 5 に記載の発明によれば、前記フランジレスケーシングはタービンまたは圧縮機の車室を構成する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載のフランジレスケーシングの締結構造が提供される。

すなわち、請求項 5 に記載の発明によれば、蒸気タービン、ガスタービン等のタービンまたは圧縮機の車室が請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の締結構造を有するフランジケーシングとして構成される。これにより、特に高温、高圧になるタービン、圧縮機等においても熱や圧力によるケーシングの歪みを生じることなく堅固にケーシングを締結可能となる。

【0 0 2 3】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を用いて本発明の実施形態について説明する。

(1) 第 1 の実施形態

図 1 は、本発明のフランジレスケーシングの締結構造の一実施形態を説明する図である。

【0 0 2 4】

図 1 はガスタービンのタービン車室を水平分割型のフランジレスケーシングとして構成した場合のタービン軸線に直角な平面に沿った図 7、図 8 と同様な断面図を示している。

図 1 において、その全体を 1 0 で示すのはガスタービンのタービン車室である。本実施形態では車室 1 0 は円筒形のフランジレスケーシングとして構成されており、車室 1 0 の中心軸線に沿って 2 つに分割されたケーシング分割片 1 (以下「上側ケーシング」という) とケーシング分割片 2 (以下「下側ケーシング」という) を接合面 3 で合わせて締結した構成となっている。

【0 0 2 5】

図 1 に 5 で示すのは上側ケーシング 1 と下側ケーシング 2 とを締結する締結ボルトである。本実施形態では、締結ボルト 5 下部先端近傍には締結用ねじ 5 a が

形成されている。締結ボルト 5 は、上側ケーシング 1 壁面に接合面 3 に垂直に穿設されたボルト孔 7 に挿通され、下側ケーシング 2 の接合面に設けられた締結用ねじ孔 5 b に先端の締結用ねじ 5 a が螺合してケーシング 1 と 2 との締付け力を発生するようにされている。本実施形態の締結ボルト 5 は、締結時にボルト孔 7 から上側ケーシング 1 の外部にボルト 5 の上部端が突出する長さとなされ、この突出端にはスパナ等の締結工具と係合しボルト 5 の締結を可能とするための多角形ヘッド部 5 d が形成されている。

#### 【0026】

図 2 は、図 1 に I I で示した部分の拡大図である。本実施形態では、上側ケーシング 1 のボルト孔 7 の接合面 3 近傍の内周にはねじ 9 a が切っており、このボルト孔の内周ねじ 9 a には、外周にねじ 9 b を設けた円筒状スリーブ 1 1 が装着されている。円筒状スリーブ 1 1 は、ボルト孔 7 に装着された状態で、その下端部 1 1 b と接合面 3 との間に空隙が生じるようにされており、締結ボルト 5 を締めつけたときに下端部 1 1 b と下側ケーシング 2 とが当接しないようにされている。

#### 【0027】

また、締結ボルト 5 のボルト孔 7 内に位置する軸部にはボルト孔 7 の径より僅かに小さい径のボルト軸段付部（大径部）5 c が形成されている。ケーシング締結時に、外部から工具を用いてボルトのヘッド部 5 d を回して締結ボルト 5 のねじ 5 a を下側ケーシング 2 のねじ孔 5 b にねじ込むと、ボルト軸部の大径部 5 c の下面が円筒状スリーブ 1 1 の上端面 1 1 a に当接する。

#### 【0028】

この状態で更に締結ボルト 5 をねじ込むと、ボルト軸部には引張力が発生する。このボルト引張力の反力は、ボルト 5 の大径部 5 c 下面に当接するスリーブ 1 1 の上端面 1 1 a に伝達され、スリーブ 1 1 を下方に押圧する。スリーブ 1 1 は上側ケーシング 1 のボルト孔 7 に螺合しているため、このボルト 5 の引張力反力はスリーブ 1 1 からねじ 9 a、9 b を介して上側ケーシング 1 に伝達され、上側ケーシング 1 を下側ケーシング 2 に向けて押圧する締付け力として作用する。

#### 【0029】

一方、下側ケーシング 2 は締結ボルト 5 先端のねじ部 5 a と螺合する締結用ねじ孔 5 b のねじ部を介してボルト 5 の引張力の反力を受け、上側ケーシングに向けて押圧される。すなわち、締結ボルト 5 を締結用ねじ孔 5 b にねじ込むことにより、上側ケーシング 1 と下側ケーシング 2 とが接合面 3 で互いに押圧され、密着する。

#### 【0030】

上述のように、本実施形態ではケーシング締付け力はそれぞれスリーブと螺合するねじ 9 a、及び締結用ねじ 5 a と螺合する 5 b を介して上側ケーシングと下側ケーシングとに伝達される。

本実施形態では、上側ケーシング 1 と下側ケーシング 2 とは、機械加工の際の加工性を良好するためにそれぞれ S B 4 1 0、S C P H 3 2 (J I S 規格) 等の比較的強度の低い材料で製作されている。また、締結ボルト 5 は大きなケーシング締付け力を発生させるために、比較的強度の高い、例えば S N B 7、S U H 6 1 6 (J I S 規格) 等の材料で製作される。このため、前述したように、ケーシングをボルトヘッドで押圧する従来の形式の締結構造を採用したのでは、ケーシングに過度の面圧が作用することを防止するためにボルトヘッドと当接するケーシング部分に十分な面積の座ぐりを設ける必要がありケーシング壁の欠肉が大きくなるとともに締結ボルト配置間隔を短くできない問題が生じる。

#### 【0031】

本実施形態では、ボルトと同様な高強度材料（例えば S U H 6 1 6、S A C M 6 4 5 (J I S 規格) 等）から製作したスリーブ 1 1 をボルト 5 と当接する部分に用いることにより上記問題を解決している。すなわち、本実施形態ではボルト 5 の大径部 5 c 下面はスリーブ 1 1 の上面 1 1 a と当接するが、スリーブ 1 1 はボルト 5 と同様な高強度材料で製作されており、接触面圧を大きく設定して当接面の面積を小さくすることができる。このため、ボルト 5 の大径部 5 c とスリーブ 1 1 外径は、座ぐりを設けた場合に較べて小さく設定することが可能となる。

#### 【0032】

なお、スリーブ 1 1 は上側ケーシング 1 にねじ 9 a、9 b を介して装着されるが、ねじ 9 a、9 b のねじ山の数は任意に設定できるため、締結用ねじ部 5 a、

5 b の場合と同様、ねじ 9 a、9 b の歯面における接触面圧及び剪断応力はケーシング 1 の材質の許容値より充分に小さくすることが可能であり、ねじ 9 a、9 b 部分での強度上の問題は生じない。

### 【0 0 3 3】

以下、本実施形態のようにスリーブを設けた場合の座ぐり径（本実施形態ではボルト孔 7 の径）の低減効果について具体的に説明する。

例えば、図 8 の従来のフランジレスケーシング締結構造では、仮に J I S 規格の M 4 8 の六角穴付きボルトを使用した場合には、ボルトヘッド 2 1 5 d の外径は 7 8 mm となり、座ぐり径（図 8 に d で示す）は最小でも 7 8 mm 以上必要となる。

### 【0 0 3 4】

一方図 1、図 2 で締結ボルトのねじ部 5 a、5 b を同じ M 4 8 とした場合、スリーブ 1 1 の内径 D I N（図 2）はねじ 5 a の山径（4 8 mm）より僅かに大きければ良く、例えば D I N = 4 9 mm 程度になる。また、ボルト軸部 5 の径 D B は締結時の最大引張荷重から決定され、例えば D B = 4 1 mm 程度となる。

この場合、スリーブ 1 1 を締結ボルト 5 と同一の材料で製作するとすれば、スリーブ 1 1 とボルト大径部 5 c との接触面圧はボルトの引張荷重による応力以下であれば充分に許容面圧以下となる。すなわち、スリーブ 1 1 の上端における断面積（スリーブ外径と内径とで囲まれる環状断面の面積）は締結ボルト 5 の断面積以上であれば良い。従って、スリーブ 1 1 外径 D O U T は、

$$(\pi/4) \times ((D O U T)^2 - (D I N)^2) = (\pi/4) \times (D B)^2$$

から、 $(D O U T) = ((D I N)^2 + (D B)^2)^{1/2}$

となる。ここで、D I N = 4 9 mm、D B = 4 1 mm であるので、スリーブ外径 D O U T の最小値は、D O U T ≒ 6 4 mm となる。

### 【0 0 3 5】

図 2 からわかるように、スリーブ 1 1 の外径はスリーブ外周のねじ 9 a の谷径と等しくなるが、谷径 6 4 mm に近いねじは M 6 8（谷径約 6 1. 5 mm）または M 7 2（谷径約 6 6 mm）となる。従って、ねじ 9 a として M 7 2 を採用した場合でもスリーブ外径 D O U T（すなわち、ボルト孔 7 の内径）は、D O U T ≒



6 6 m m となり、図 8 の場合の座ぐり径 ( $d = 7 8 \text{ m m}$ ) に対して約 1 2 m m 小さくなる。

#### 【0 0 3 6】

図 3 (A) 、(B) は上記の計算結果に基づいて図 8 の座ぐり 2 1 0 d を設けた場合 (図 3 (A) ) と図 2 のスリーブを用いる場合 (図 3 (B) ) のケーシングの欠肉部の大きさを比較した図である。図 3 から判るように、スリーブを用いた場合には、ケーシングの最小厚さを約 1 2 m m 増大させることができるとともに、ケーシングの曲げ剛性に寄与するケーシング断面積 (図 3 ハッチング部) が大幅に増大している。また、図 3 (A) 、(B) ではボルト配置間隔を等しくした場合を示しているが、スリーブを用いることにより締結ボルトの配列間隔を更に最大 1 2 m m 短くしてボルトを密に配置することも可能である。

#### 【0 0 3 7】

##### (2) 第 2 の実施形態

図 4 は、本発明の第 2 の実施形態を説明する図 1 と同様な断面図である。

図 4 において、図 1、図 2 と同じ参照符号は同様な要素を示している。

本実施形態では、第 1 の実施形態と同様な円筒状スリーブ 1 1 が用いられているが、第 1 の実施形態のスリーブ 1 1 がケーシングの接合面 3 側から上側ケーシング 1 のボルト孔 7 下部に装着されるのに対して、本実施形態のスリーブ 1 1 は上側ケーシング 1 外側からボルト孔 7 の上部に装着され、スリーブ 1 1 上端部 1 1 a がケーシング 1 外側に突出している点が第 1 の実施形態と相違している。

#### 【0 0 3 8】

また、本実施形態のボルト 5 は通常の六角穴つきのボルトが用いられている。前述のように、通常の六角穴つきボルトのボルトヘッドの外径は必要とされるスリーブ 1 1 の外径より大きいため、本実施形態ではケーシング 1 の外側に位置するスリーブ上端面にフランジ 1 1 f を形成し、ボルトヘッド 5 d を受承してケーシング 1 のボルト孔 7 の径が大きくなることを防止している。

#### 【0 0 3 9】

本実施形態では、ボルトヘッド 5 d が第 1 の実施形態におけるボルト大径部 5 c と同じ締結要素としての機能を備えている。

本実施形態のその他の点については第 1 の実施形態と同様である。

### (3) 第 3 の実施形態

図 5 は本発明の第 3 の実施形態を説明する図 1 と同様な断面図である。図 5 においても、図 1、図 2 と同一の参照符号は同様な要素を示している。

#### 【0040】

本実施形態では、図 1 と同様にスリーブ 1 1 はボルト孔 7 に接合面 3 側から装着される。しかし、本実施形態ではケーシング 1 のボルト孔 7 はスリーブ 1 1 と締結ボルト 5 の大径部 5 c を受容するボルト孔下側部分のみが大径とされ、ケーシング外部に連通するボルト孔上側部分は、ボルト軸部 5 a よりわずかに大きな径まで縮径されている点が相違する。すなわち、本実施形態では、上側ケーシング 1 のボルト孔 7 には、まず締結ボルト 5 を接合面 3 側から挿通し、その後ボルト 5 の大径部 5 c をボルト孔 7 大径部内に保持したままでスリーブ 1 1 を接合面 3 側から装着するようになっている。

#### 【0041】

本実施形態では、ボルト孔 7 の上半部を縮径したことにより上述の第 1 と第 2 の実施形態に較べて更にケーシング 1 の曲げ剛性が増大している。すなわち、ケーシング曲げ剛性は、変形に対する中立軸（図 5、点線 E、すなわち、ケーシング肉厚の中心線）に関する断面二次モーメントが大きい程大きくなる。ところが、ボルト孔等の欠肉部と中立軸との距離が大きくなるほど断面二次モーメントの低下が大きくなり、ケーシング曲げ剛性は大きく低下してしまう。そこで、本実施形態ではボルト孔 7 が中立軸 E 近傍を通過するボルト孔下側部分（図 3、A 部分）のみボルト孔 7 の径を大きくして、ボルト孔 7 と中立軸 E との距離が大きくなるボルト孔上側部分（図 3、B 部分）ではボルト孔 7 の径を小さくしている。本実施形態では、ボルト孔下側部分（図 3、A 部分）はほぼ中立軸 E 上にあるためこの部分では孔径が比較的大きくても曲げ剛性の低下は小さくなる。また、ボルト孔上側部分（図 3、B 部分）は中立軸からの距離（図 5、D）が大きくなるが、本実施形態ではこの部分のボルト孔径を小さくしているため曲げ剛性の低下は最小限に抑制される。このように、曲げに対する中立軸からの距離に応じてボルト孔の径を変えたことにより、ケーシング 1 の曲げ剛性は更に増大するように

なる。

【0042】

(4) 第4の実施形態

図6は本発明の第4の実施形態を説明する図である。図6においても、図1、図2と同一の参照符号は同様な要素を示すものとする。

本実施形態では、上述の各実施形態とは反対に、締結ねじ5bは上側ケーシング1のボルト孔7内周に設けられており、スリーブ11と螺合するねじ9bは下側ケーシング2に設けられている。また、本実施形態の締結ボルト5はボルト下端に大径部5cが配置されており、締結用ねじ5aはボルト軸部に設けられている点が上述の各実施形態と相違している。本実施形態では、まずボルト5の大径部5cを接合面3側から下側ケーシング2のねじ孔7bに挿入し、その後スリーブ11を接合面3側から下側ケーシング2のねじ孔7bに装着し、ボルト大径部5cをねじ孔9b内に保持する。そして、ボルト上端部5dを上側ケーシング1のボルト孔7に挿通して締結用ねじ5a、5bを締結する。これにより、大径部5cがスリーブ11の下端に当接しケーシング1、2が締結される。

【0043】

本実施形態によれば、第3の実施形態と同様ケーシングの曲げ中立軸からの距離が大きくなる部分のボルト孔径を小さくすることができるため、ケーシングの曲げ剛性を増大することが可能となる。

【0044】

【発明の効果】

各請求項に記載の発明によれば、フランジレスケーシングの締結ボルト貫通部近傍の有効肉厚を大きく維持し、ケーシングの曲げ剛性低下を防止するとともに、締結ボルト配置間隔を小さくしてボルト配置を密にすることが可能となり、例えば流体機械のケーシングとして用いた場合に内圧や熱応力による変形を最小限に抑制することが可能となる共通の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のフランジレスケーシングの締結構造の一実施形態を説明する図である

【図 2】

図 1 の部分IIの拡大図である。

【図 3】

従来のフランジレスケーシング締結構造におけるケーシング欠肉部（図 3 (A)）と図 1 の締結構造における欠肉部（図 3 (B)）とを比較する図である。

【図 4】

本発明の第 2 の実施形態を説明する図 1 と同様な断面図である。

【図 5】

本発明の第 3 の実施形態を説明する図 1 と同様な断面図である。

【図 6】

本発明の第 4 の実施形態を説明する図 1 と同様な断面図である。

【図 7】

従来の、フランジを有する水平分割型ケーシングの締結構造を説明する断面図である。

【図 8】

従来の、一般的なフランジレスケーシングの締結構造を説明する図 7 と同様な断面図である。

【図 9】

図 8 の A - A 線に沿った断面を示す図である。

【符号の説明】

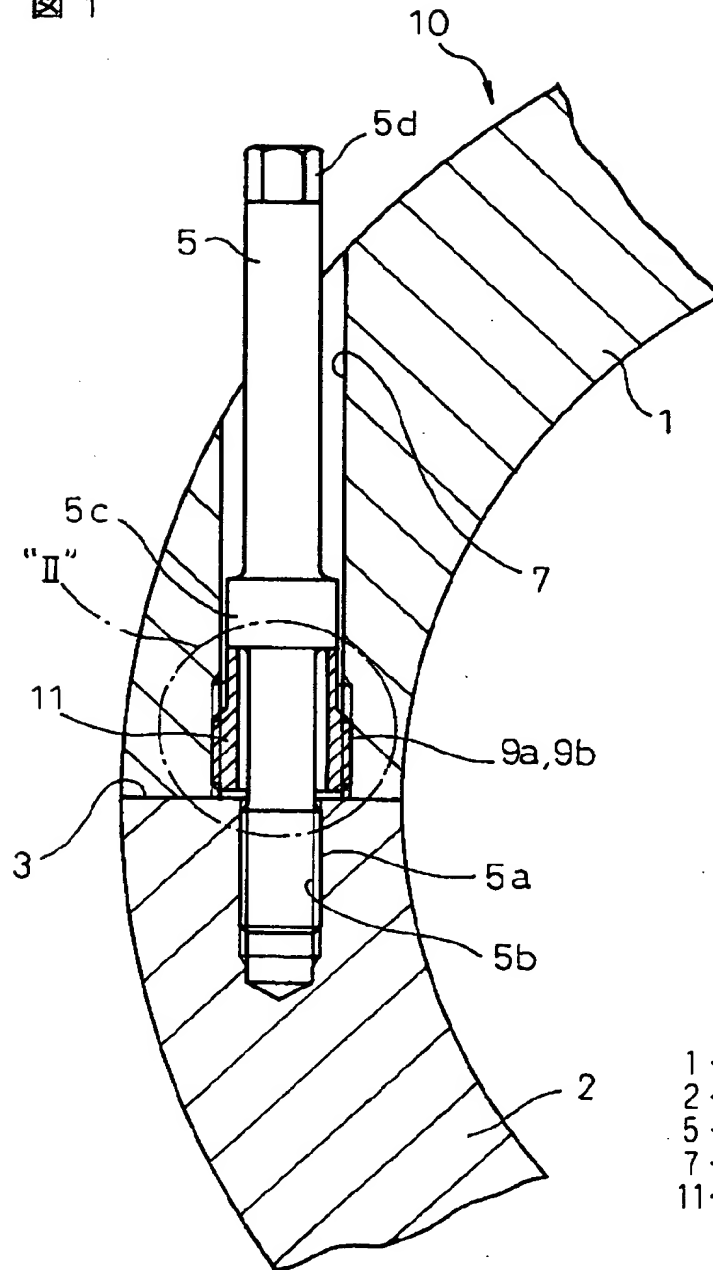
- 1 …ケーシング分割片（上側ケーシング）
- 2 …ケーシング分割片（下側ケーシング）
- 5 …締結ボルト
- 5 c …締結ボルト大径部
- 7 …ボルト孔
- 1 0 …ガスタービン車室
- 1 1 …円筒状スリーブ

【書類名】

図面

【図 1】

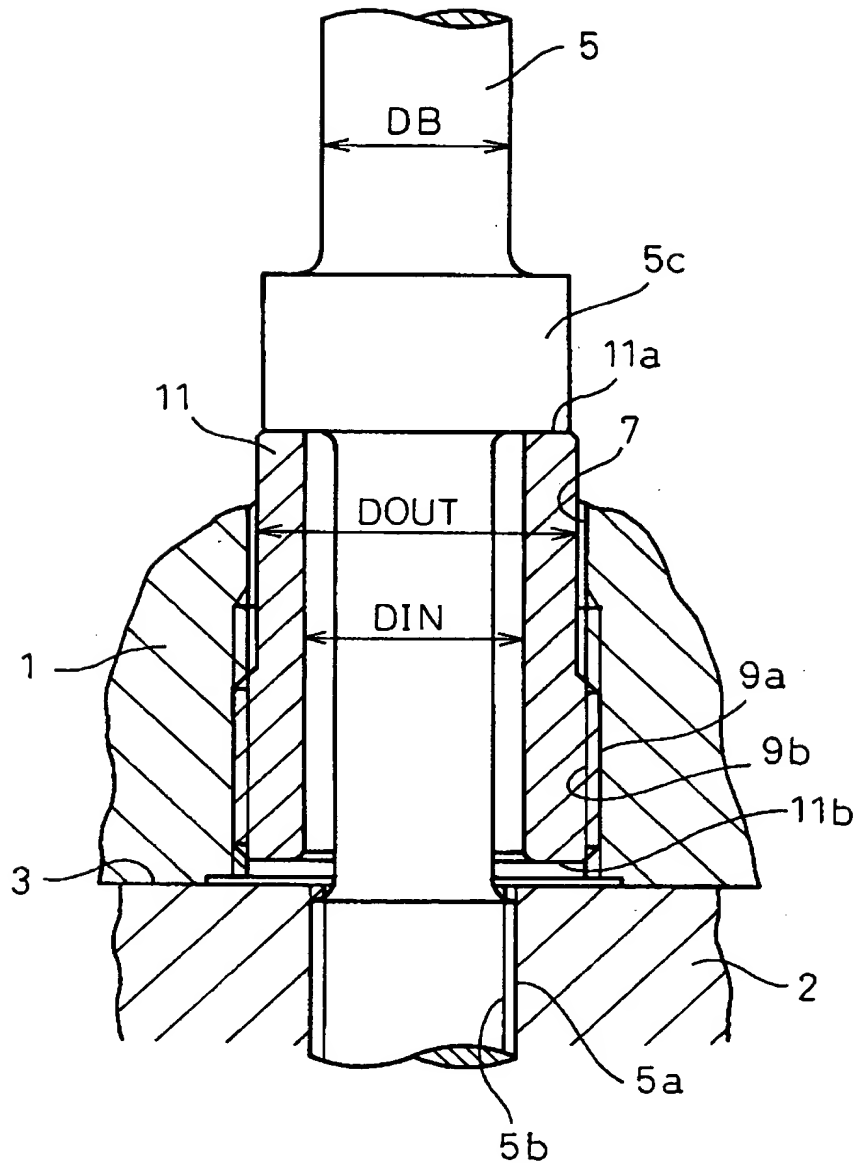
図 1



- 1 ... 上側ケーシング
- 2 ... 下側ケーシング
- 5 ... 締結ボルト
- 7 ... ボルト孔
- 11 ... スリーブ

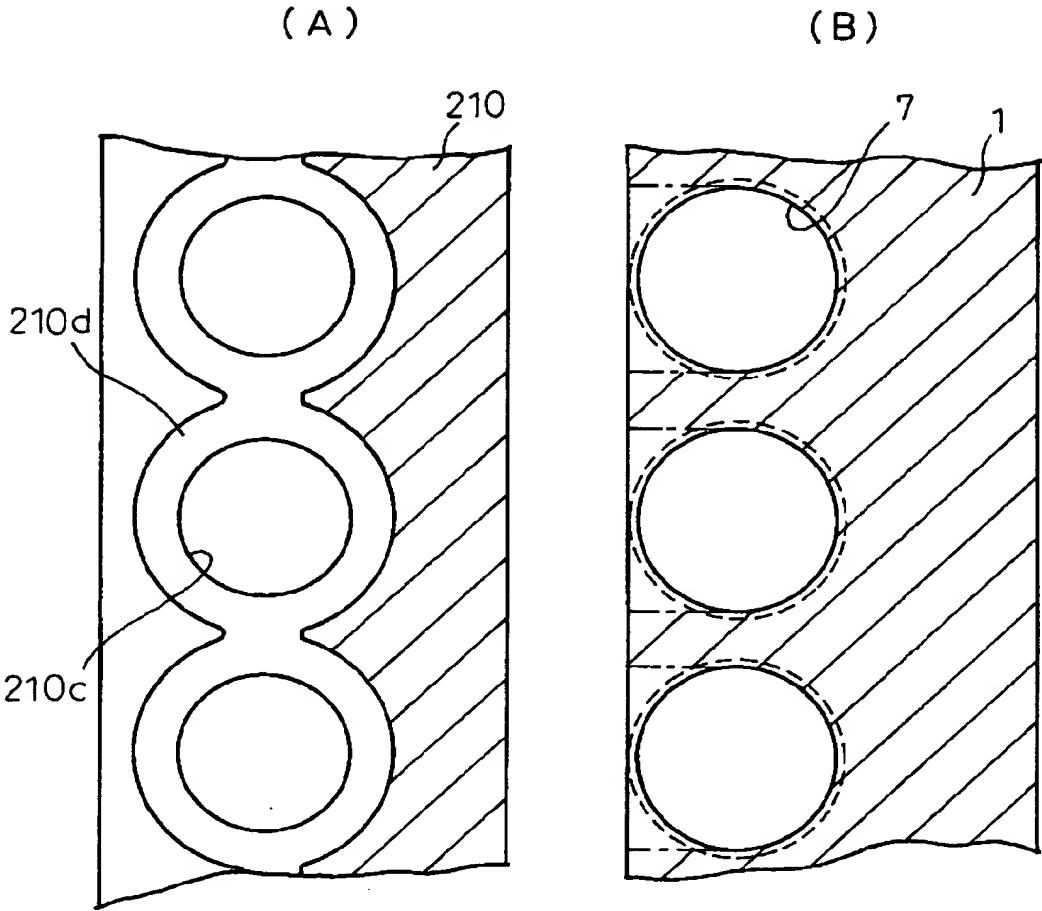
【図 2】

圖 2



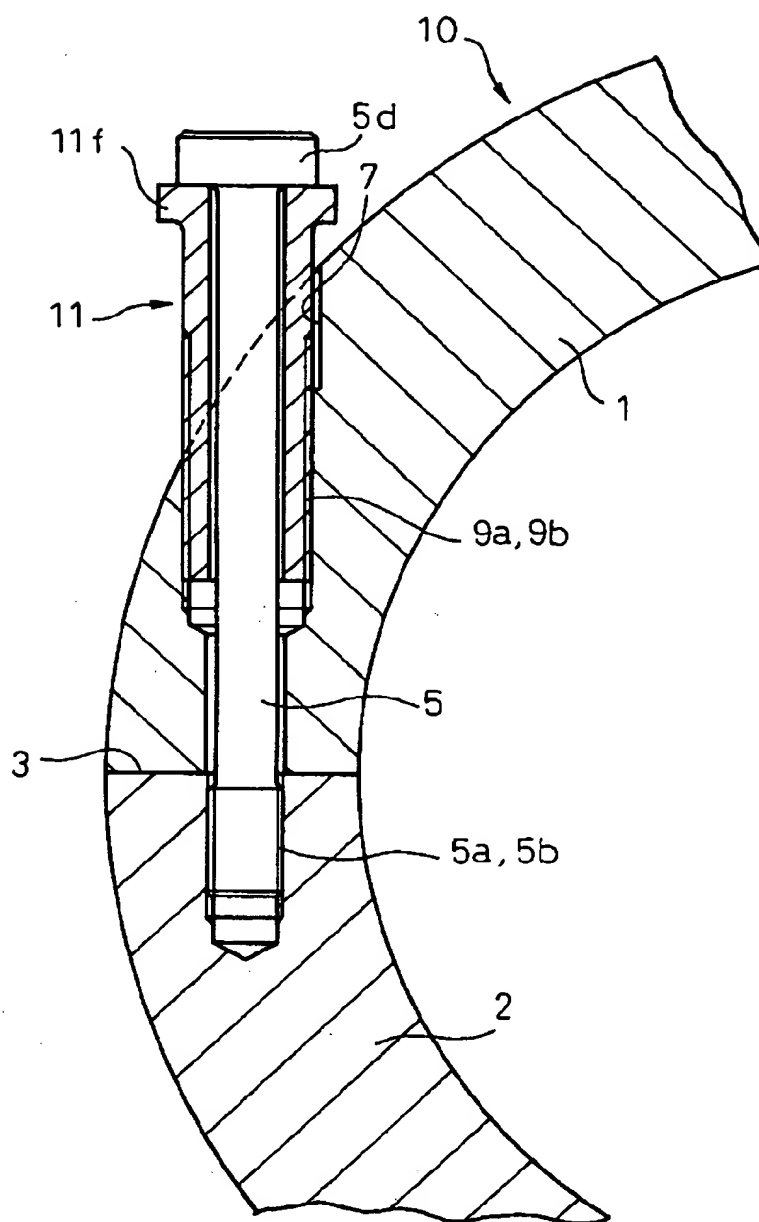
【図 3】

図 3



【図 4】

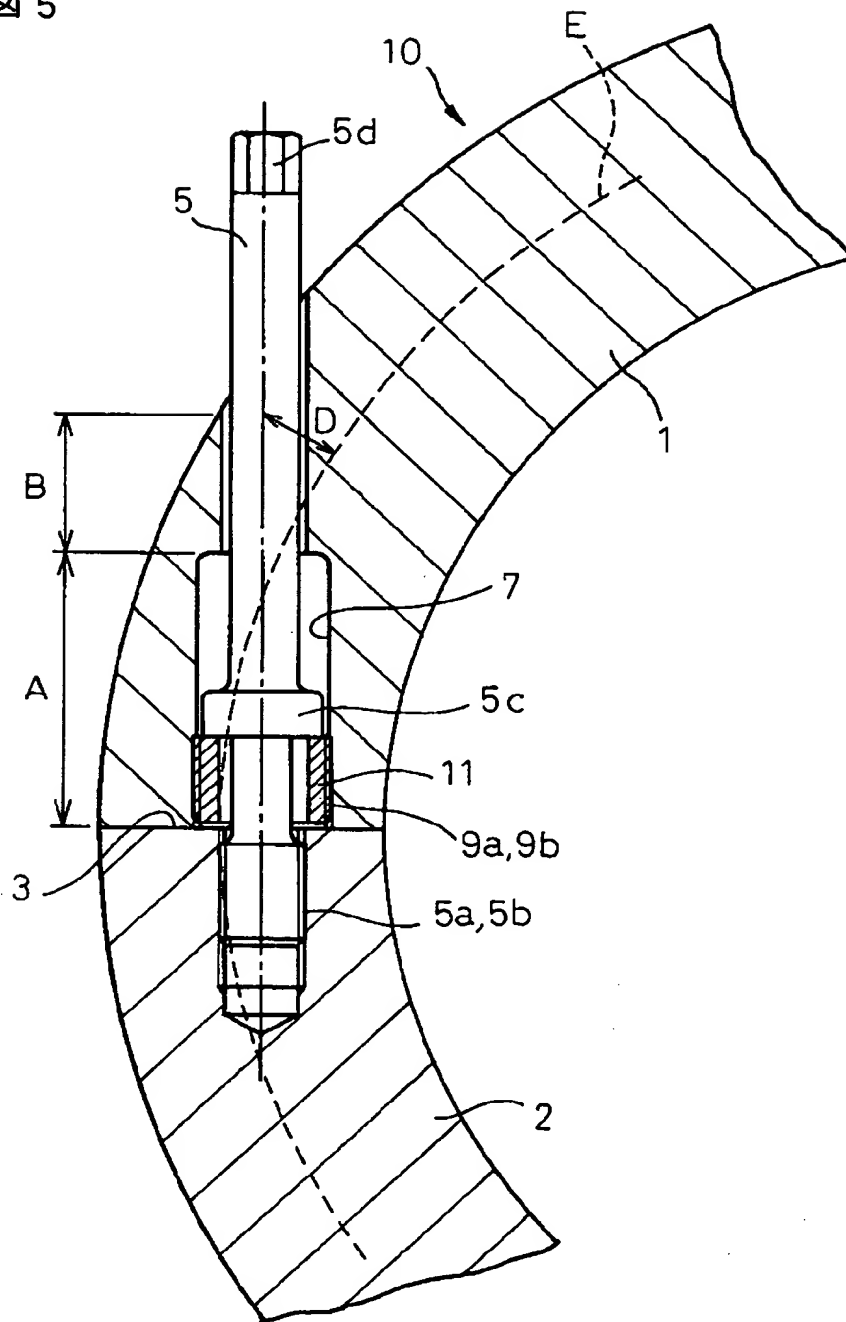
図 4





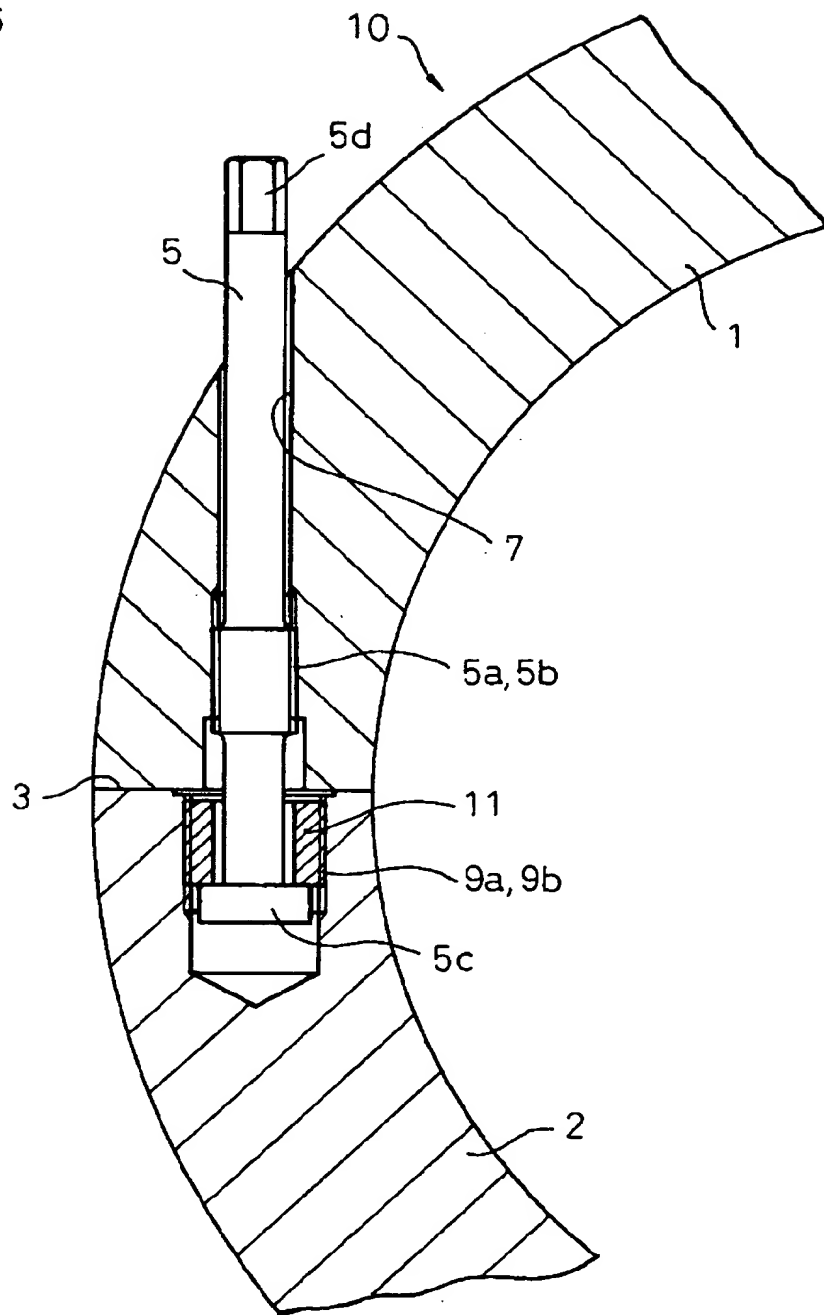
【図 5】

図 5



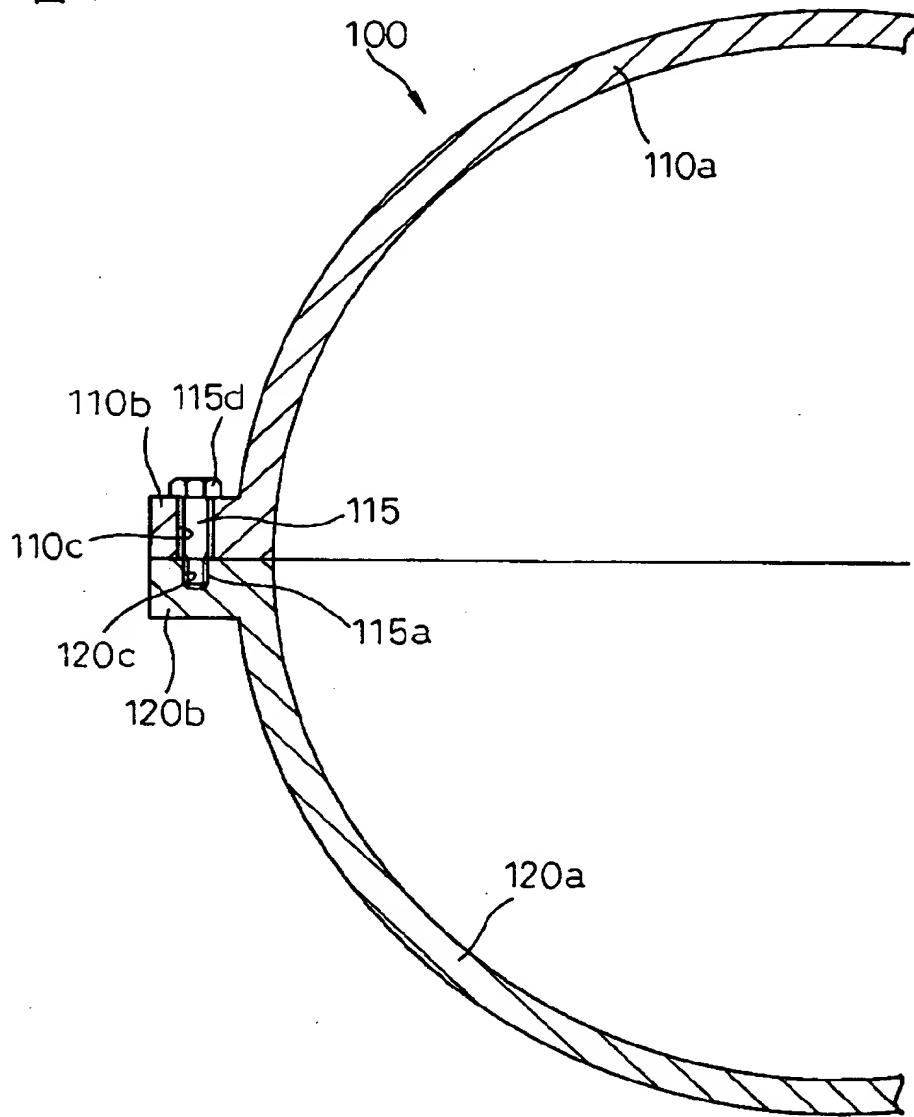
【図 6】

図 6



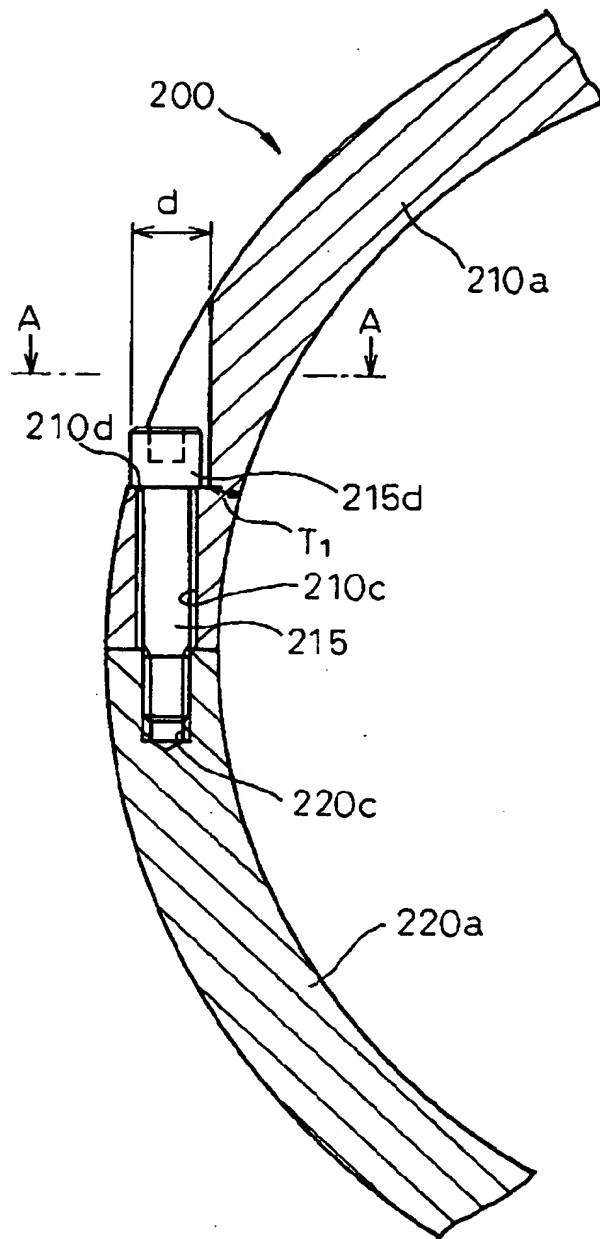
【図 7】

図 7



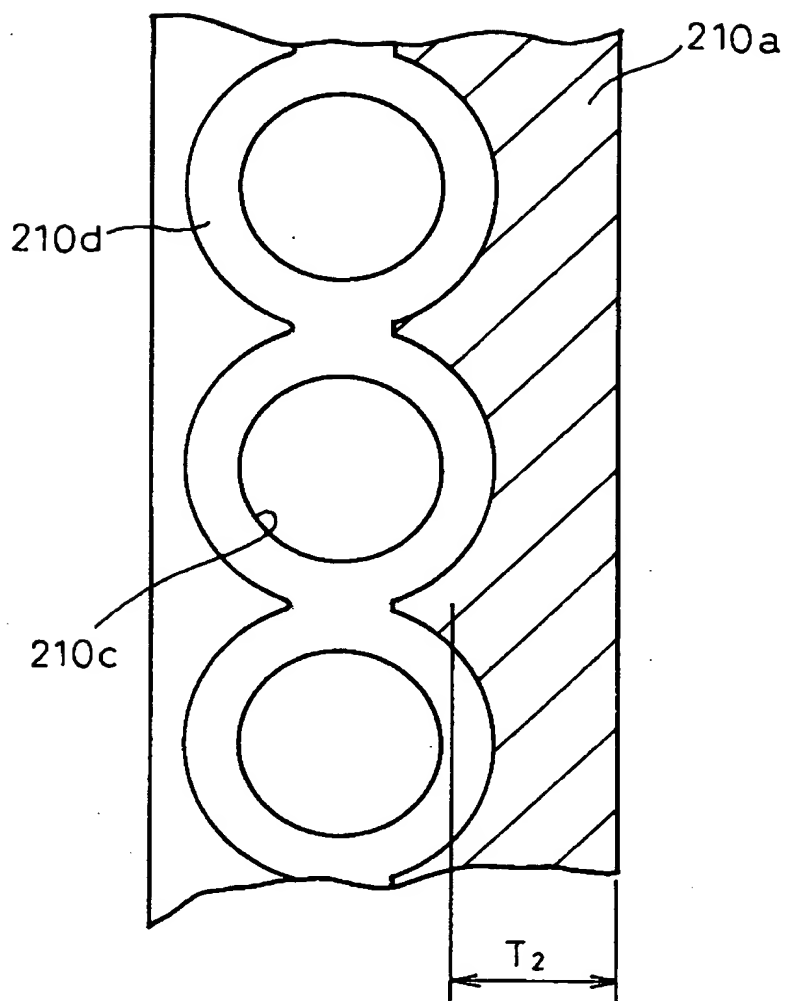
【図 8】

図 8



【図 9】

図 9



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 フランジレスケーシングの強度を増大させる。

【解決手段】 ガスタービン車室等を水平分割型フランジレスケーシング 1 0 として構成する。上側ケーシング 1 内には壁面接線方向にボルト孔 7 を形成し、下側ケーシング 2 との接合面 3 近傍内周に内ねじ 9 b を有するねじ穴を設ける。ボルト孔 7 下部には外周に内ねじ 5 b と螺合する外ねじ 9 a を設けた円筒状スリーブ 1 1 を装着する。締結ボルト 5 は、先端の締結用ねじ部 5 a を下側ケーシング 2 の締結用ねじ孔 5 b に螺合させたときに、スリーブ 1 1 上端面と当接する大径部 5 c を形成する。スリーブ 1 1 をボルト 5 と同様な高強度材料で製作することにより、大径部 5 c とスリーブ 1 1 上端との接触面圧を大きくとることができ、十分に大きなケーシング締付け力を維持しながらボルト孔 7 の径を小さくできるため、ボルト孔の欠肉によるケーシング強度の低下を最小限に抑制できる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 6 2 0 8 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 1 0 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区丸の内二丁目 5 番 1 号  
氏 名 三菱重工業株式会社